



**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ  
СОЮЗА ССР**

---

**ЕДИНАЯ СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ И СТАРЕНИЯ**

**ПОКРЫТИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ  
И НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ  
НЕОРГАНИЧЕСКИЕ НА ПЛАСТМАССАХ**

**ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ**

**ГОСТ 9.313—89**

**Издание официальное**

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ  
Москва**

20 коп. БЗ 2—89/137

Единая система защиты от коррозии и старения  
ПОКРЫТИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ И НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ  
НЕОРГАНИЧЕСКИЕ НА ПЛАСТМАССАХ

## Общие требования и технологические операции

Unified system of corrosion and ageing protection.  
Metal and non-metal inorganic coatings on the  
plastics.

General requirements and technological operations  
ОКСТУ 0009

ГОСТ

9.313—89

Дата введения

01.07.90

Настоящий стандарт распространяется на металлические и неметаллические неорганические покрытия, получаемые на пластмассовых деталях способом химического осаждения электропроводного покрытия или подслоя для последующего нанесения электрохимического покрытия с целью придания пластмассовым деталям специальных свойств и декоративного вида, и устанавливает общие требования к деталям и покрытиям, основные параметры операций получения электропроводного покрытия или подслоя никеля, меди и сульфидов меди.

## 1. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ДЕТАЛЯМ И ПОКРЫТИЯМ

1.1. Полимерные материалы, применяемые для изготовления деталей, подлежащих нанесению покрытий, должны соответствовать требованиям нормативно-технической документации на данные материалы.

Выбор материалов для изготовления деталей приведен в приложении 1.

### 1.2. Требования к конструкции деталей

1.2.1. Для нанесения покрытий рекомендуется применять детали с простой конфигурацией.

1.2.2. Нанесению покрытий подлежат детали площадью не более  $10 \text{ см}^2$  и толщиной стенок не менее 2,5 мм. Отношение максимальной толщины к минимальной должно быть не более 2, выпуклость 0,1—0,2 мм/см.

Рекомендуется рельефная рисунчатость.

1.2.3. Торцы для полых деталей должны иметь буртики высотой не более удвоенной толщины стенки.

Издание официальное

★

Перепечатка воспрещена

© Издательство стандартов, 1989

1.2.4. На деталях не рекомендуются острые и прямые углы. Для углов, кромок и буртиков радиус закругления не менее 0,5 мм.

1.2.5. Отверстия и углубления должны быть круглого сечения, рекомендуются сквозные, диаметром не менее 0,5 глубины, с радиусом закругления дна не менее 3 мм.

1.2.6. Глубина пазов должна быть в три раза меньше ширины. Не рекомендуется прямоугольная форма.

1.2.7. Ребра жесткости должны быть низкими, толщиной не более 0,6—0,8, высотой в две толщины стенки и радиусом у основания 0,5—1,0 мм. Отношение расстояния между ребрами к толщине стенки ребра более 4.

1.2.8. Нанесению покрытий подлежат детали с резьбой не менее М5. Отверстие на 30% длиннее нарезки. Не допускается нарезка механическим способом.

1.2.9. Ширина отверстий решетки, на которую наносится покрытие, должна быть равна ширине перемычки и в два раза меньше толщины решетки. Ширина перемычки должна быть не менее 1,5 мм. Рекомендуются уклоны в 5° и изгиб решетки (радиус кривизны в 5—10 раз больше ширины решетки).

1.2.10. Внутренние радиусы закругления 3 мм, внешние—1,5 мм (или 0,4—0,8 толщины стенки, но не менее 0,5 мм).

1.2.11. Технологические уклоны для изделий из пластмасс необходимо подобрать так, чтобы обеспечить беспрепятственное извлечение изделий из пресс-формы и исключить возможные деформации и повреждения поверхности.

Для акрилонитрилбутадиенстирольных (АБС) пластиков рекомендуется технологический уклон 1°, для полиэтилена, полипропилена, полиацеталей и акрильных смол—0,25°, для полиамидов—0,125°. Мелкие детали простой формы можно изготавливать без технологических уклонов.

1.2.12. На деталях, подлежащих нанесению покрытий, не должно быть выходящей наружу металлической арматуры.

1.3. На поверхности детали не допускаются:

- 1) расслаивание и трещины, усадки, царапины;
- 2) включения других (неметаллических) материалов и других пластмасс при отливке;
- 3) наличие смазки, минеральных масел, вазелина, воска и т. п.

Допускается выявление структуры материала на деталях.

1.4. После химического травления поверхность должна иметь равномерный матовый вид без блестящих точек, рыхлых полос или других видов неоднородностей.

Шероховатость поверхности по ГОСТ 2789 после химического травления должна быть равномерной, Ra 0,1—0,5 мкм.

1.5 Требования к покрытиям, нанесенным химическим способом (электропроводный подслои)

1.5.1. Покрытие должно быть сплошным, не допускаются вздутия, шелушения и отслаивания.

Цвет медного покрытия — от светло-розового до темно-розового, никелевого — от светло-серого до темно-серого; сульфидного — от желтого до светло-коричневого с перламутровым блеском.

1.5.2. Электросопротивление сульфидного покрытия — не более 0,8 кОм/см<sup>2</sup>.

1.6. Покрытия выбирают по табл. 1.

Если в табл. 1 приведен интервал толщин, минимальную толщину покрытия в указанных пределах устанавливают в нормативно-технической документации на конкретное изделие с учетом типа пластмассы, специфики изделия (детали) и требований, предъявляемых к изделию.

Допустимую максимальную толщину покрытия в зависимости от минимальной устанавливают в соответствии с ГОСТ 9.303.

Применение материала деталей, покрытий и их толщин, не указанных в настоящем стандарте, согласовывают с заказчиком в установленном порядке.

1.7. Требования к покрытиям, нанесенным электрохимическим способом

1.7.1. Электрохимические покрытия должны соответствовать требованиям ГОСТ 9.301.

1.7.2. Прочность сцепления металлического покрытия с основным материалом должна быть не менее 0,6 кН/м.

По согласованию с заказчиком допускается уменьшать прочность сцепления.

1.7.3. На поверхности покрытых деталей, если нет специальных указаний в конструкторской документации, не являются браковочными следующие признаки:

1) неровность края покрытия при частичном нанесении его на деталь;

2) следы от подрезки края покрытой поверхности (например, при удалении литника для мелких деталей);

3) шероховатость покрытия на поверхностях, подвергающихся гидроабразивной или абразивной обработке, не ухудшающая качества изделия;

4) отсутствие покрытия в порах и раковинах (на нелицевой стороне);

5) частичное отсутствие покрытия в отверстиях с резьбами менее М5;

6) непокрытые точки диаметром до 0,5 мм в количестве 1 шт. на 1 см<sup>2</sup> площади;

7) выявление структуры материала после электрохимического покрытия.

Таблица 1

		Толщина покрытия, мкм, для условий эксплуатации покрытий по ГОСТ 15150							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Обозначение покрытия по ГОСТ 9 306	Назначение по крытия	Климатические исполнения изделий и категории размещения деталей с покрытиями по ГОСТ 15150							
		У, УХЛ (ХЛ) 21, 31, 31 ТС 31, 31 УХЛ (ХЛ), ТС 4, 42 ТВ, ТС О, М, ТМ, ОМ, В 41	ТС 11, 2, 3 ТВ, Т, О 21 ТВ, Т 31, 31 ТВ, О, М, ТМ, ОМ, В 4, 42	ТС 1 У, УХЛ (ХЛ) 12, 11, 2, 3	ТВ, Т, О, М, ТМ, ОМ, В 11	У, УХЛ (ХЛ) 1 ТВ, Т, О 12, 2 ТВ, Т 3	М, ТМ, ОМ, В 12, 21, 331	ТВ, Т, О 1 УХЛ (ХЛ), ТВ, ТС, О, М, ТМ, ОМ, В 5, 51	М, ТМ, ОМ, В 1, 2
		9—24; 6	9—24; 9	9—24; 9	9—24; 9	9—24; 12	9—24; 12	—	—
		9—24, 6	9—24; 9	9—24; 9	9—24; 9	9—24; 15	9—24; 15	9—24; 15	9—24; 15
Хим М.М.Н.6**	Декоратив- ное	9—24; 3	9—24; 3—6	9—24; 3—6	9—24; 6	9—24; 9	9—24; 9	9—24; 9	9—24; 9
		Хим М.М.Н6.Х**	Декоратив- ное	9—24; 3	9—24; 3—6	9—24; 3—6	9—24; 6	9—24; 9	9—24; 9
Хим М.М.Ср	Для обеспе- чения по- верхност- ной элект- ропровод- ности, сни- жение по- верхностно- го сопро- тивления	9—24; 3	9—24; 3—6	9—24; 3—6	9—24; 6	9—24; 9	9—24; 9	9—24; 9	9—24; 9



4 В качестве медного подслоя допускается применять М.б, М.м.М.б, Н.м.М.б при сохранении суммарной толщины.

5. Обозначения в головке таблицы 1<sup>2</sup>, 1<sup>3</sup>, 2<sup>3</sup>, 3<sup>1</sup> соответствуют 1\*\*, 1\*\*\*, 2\*\*\*, 3\* по ГОСТ 15150—69.

## **2. ОПЕРАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОГО ПОДСЛОЯ**

2.1. Операции приведены в технологических картах (1—11). Некоторые карты включают несколько вариантов операций, отличающихся составом раствора или режимом обработки. Указания о вариантах операций приведены в графе «Дополнительные указания», а указания относящиеся ко всем вариантам операции, — под картой.

2.2. Схемы промывок, температурный режим, показатели качества воды для промывок и расход воды в ваннах — по ГОСТ 9.305.

2.3. Для приготовления и корректирования растворов сенсибилизации, активации (совмещенной активации), химического никелирования, химического меднения используют обессоленную воду, чистые и химически чистые реактивы.

2.4. Сроки корректирования и фильтрования растворов устанавливаются в зависимости от сменности работы и загрузки оборудования.

2.5. В технически обоснованных случаях в связи со спецификой обрабатываемых деталей допускается применять операции, растворы и режимы обработки, не включенные в настоящий стандарт, по отраслевой нормативно-технической документации, согласованной с отраслевой организацией, являющейся базовой по стандартизации металлических и неметаллических неорганических покрытий, и с органами государственного санитарного надзора.

2.6. Основные схемы технологических процессов приведены в приложении 2.

2.7. Приготовление и корректирование растворов приведено в приложении 3.

2.8. Основные неполадки в работе растворов и способы их устранения приведены в приложении 4.

2.9. Регенерация хрома и палладия из отработанных растворов приведена в приложении 5.

2.10. Перечень применяемых материалов приведен в приложении 6.

2.11. Термины и определения, применяемые в стандарте, приведены в приложении 7.

### **2.12. Требования безопасности**

2.12.1. При проведении операций получения покрытий на пластмассах необходимо соблюдать требования ГОСТ 12.3.008.

2.12.2. Расположение оборудования для проведения операций нанесения покрытий должно соответствовать общесоюзным нор-

мам технологического проектирования ОНТП 05—86, согласованным с Госстроем СССР.

2.12.3. Классификация категории производства по степени пожарной опасности и класс помещения по исполнению электроустановок должны отвечать требованиям СНиП 2.09.02—85, ОНТП 24—86, утвержденных МВД СССР.

2.12.4. Для предупреждения поражения электрическим током должны быть предусмотрены:

1) защита изоляции наружной электропроводки от химических, механических повреждений;

2) заземление (зануление) оборудования, нетоковедущие части которого могут оказаться под электрическим напряжением;

3) ограждение доступных для прикосновения открытых токоведущих частей и оборудования, которые могут оказаться под электрическим напряжением;

4) предупредительные надписи, знаки безопасности, окраску в сигнальные цвета опасных зон и другие средства сигнализации об опасности;

5) выполнение правил технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭ) и правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей (ПТБ), утвержденных Главгосэнергонадзором СССР 21.12.84 и требований ГОСТ 12.2.003, ГОСТ 12.2.007.0, ГОСТ 12.2.007.7, ГОСТ 21657, ГОСТ 21130, ГОСТ 12.3.019, ГОСТ 12.1.019, ГОСТ 12.1.030, ГОСТ 12.4.026.

2.12.5. Для предупреждения взрыво- и пожароопасности следует предусмотреть:

1) отдельные помещения, оборудованные общеобменной приточно-вытяжной вентиляцией во взрывозащищенном исполнении, автоматической пожарной сигнализацией и средствами пожаротушения, для хранения, розлива легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ) и горючих жидкостей (ГЖ) и приготовления обезжиривающих органических растворов;

2) электрооборудование указанных помещений в специальном исполнении в соответствии с требованиями правил устройства электроустановок;

3) соблюдение сменных и суточных норм хранения ЛВЖ и ГЖ, согласованных с пожарной охраной;

4) тару для хранения и использования на рабочих местах ЛВЖ и ГЖ с четким наименованием содержимого;

5) сборники с плотно закрывающимися крышками для обтирочных материалов, загрязненных ЛВЖ, с надписью «Огнеопасно»;

6) выполнение типовых правил пожарной безопасности для промышленных предприятий, утвержденных Главным управлением пожарной охраны МВД СССР и требований ГОСТ 12.1.004, ГОСТ 12.1.010, ГОСТ 12.2.003, ГОСТ 12.4.009, ГОСТ 12.4.021, СНиП II—33—75.



2.12.6. Для предупреждения химического ожога следует предусмотреть:

- 1) приспособления для розлива кислот и щелочей;
- 2) тару с плотно закрывающейся крышкой, устойчиво закрепленную на рабочем месте.

2.12.7. Для предупреждения вредного воздействия общетоксичных и раздражающих веществ следует предусмотреть:

- 1) вытяжные шкафы для приготовления и использования растворов ЛВЖ, токсичных веществ на операциях обезжиривания и других;

- 2) местную вытяжную вентиляцию на рабочих местах, общенменную вентиляцию для обеспечения состояния воздушной среды в помещениях в соответствии с ГОСТ 12.1.005;

- 3) средства индивидуальной защиты в соответствии с нормами, утвержденными в установленном порядке (кислотостойкие перчатки по ГОСТ 200010, халаты по ГОСТ 12.4.131 и ГОСТ 12.4.132, очки защитные по ГОСТ 12.4.013, респираторы фильтрующие универсальные РУ-60М по ГОСТ 17269).

Токсикологические характеристики вредных веществ приведены в табл. 2.

Таблица 2

Наименование вещества	Предельно допустимая концентрация, мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности по ГОСТ 12.1.005
Аммиак водный	20	4
Аммоний сернокислый	10	3
Аммоний фтористый	1	2
Ангидрид хромовый	0,01	1
Бензол	0,5	2
Диметилформамид	10	3
1,4-диоксан	10	3
о-дихлорбензол	0,03	1
Железо (II) сернокислое	1	2
Калия бихромат	0,01	1
Кислота борфтористая (борфтористый водород)	1	2
Кислота ортофосфорная	1	2
Кислота серная	1	2
Кислота соляная	5	2
Кислота фтористоводородная (фтористый водород)	0,05	1
Ксилол	50	4
Медь (аноды)	1	2
Медь сернокислая 5-водная	0,3	2
Натр едкий (растворы в пересчете на едкий натр)	0,5	2
Натрий азотистокислый	0,05	1
Натрий углекислый (соли углекислые)	2	3

Продолжение табл. 2

Наименование вещества	Предельно допустимая концентрация, мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности по ГОСТ 12 1 005
Натрий фтористый	0,2	2
Натрия бихромат (в пересчете на окись хрома)	0,01	1
Сода кальцинированная	2	3
Свинец и его неорганические соединения (аноды свинцовые)	0,01/0,07	1
Спирт этиловый технический	1000	4
Спирт изопропиловый	25	4
Тетрахлорэтилен	10	3
Толуол	50	4
Трихлорэтилен	10	3
Формалин технический	0,5	2
Хромин	5	3
Спирт бутиловый нормальный технический	10	3

2.12.8. Необходимо проводить контроль параметров опасных и вредных производственных факторов на соответствие технологического процесса требованиям безопасности:

1) состояние воздушной среды помещений в соответствии с ГОСТ 12.1.005, ГОСТ 12.1.007, ГОСТ 12.1.016 и методическими указаниями по контролю содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны, утвержденными Минздравом СССР;

2) наличие защитного заземления согласно ГОСТ 12.1.019 и ПТЭ и ПТБ;

3) освещенность производственных помещений и на рабочих местах в соответствии с нормированными значениями, установленными СНиП 11—4—79 и отраслевыми нормами, согласованными с Минздравом СССР;

4) наличие приборов автоматического контроля дозврывных концентраций паров в помещениях.

2.12.9. Контрольные осмотры и испытания средств защиты работающих, применяемых при проведении технологических процессов, проводят по нормативно-технической документации на средства защиты.

### 2.13. Охрана природы

#### 2.13.1. Вредные воздействия на природу

2.13.1.1. При нанесении покрытий на пластмассы вредные для окружающей среды вещества выделяются в воздух в виде аэрозолей и газов и в воду в виде растворов определенной концентрации.

2.13.1.2. Содержание вредных веществ, выделяющихся в процессе производства и попадающих в окружающую природную сре-

ду, не должно превышать значений предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, водных объектах, почвах, растительности, утверждаемых Минздравом СССР, Минрыбхозом СССР, Госкомлесом СССР.

2.13.1.3. Предельно допустимые выбросы (ПДВ) или временно согласованные выбросы (ВСВ) вредных веществ в атмосферу должны соответствовать требованиям ГОСТ 17.2.3.02—78.

Предельно допустимые сбросы (ПДС) загрязняющих веществ в сточных водах, сбрасываемых в городские канализационные системы, должны удовлетворять требованиям нормативов, утвержденных Минжилкомхозом, сбрасываемых в водные объекты, — требованиям методических указаний, утвержденных Минздравом СССР 11.02.88 № АБ—205—1 и согласованных Госстроем СССР, а также правилам охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами, утвержденным Минводхозом СССР, Минрыбхозом СССР и Главным государственным санитарным врачом СССР 16.05.74.

2.13.2. *Меры и средства защиты природы от воздействия вредных выбросов при нанесении покрытий на пластмассы*

2.13.2.1. Аэрозоли кислот, щелочей, хромового ангидрида, газы (хлор, аммиак) должны в вытяжной вентиляции поглощаться специальными фильтрами, либо вытяжная вентиляция должна быть устроена таким образом, чтобы отсасываемый от рабочей ванны воздух проходил через водяную завесу, которая поглощала бы аэрозоли и газы.

2.13.2.2. Воздушные фильтры должны периодически очищаться или заменяться. Вода, используемая для улавливания выделяемых в воздух вредных веществ, должна поступать на нейтрализацию и очистку.

2.13.2.3. Сточные воды при нанесении покрытий на пластмассы должны быть разделены на кислотно-щелочные, хромсодержащие и фторсодержащие потоки.

2.13.2.4. Промывные воды должны нейтрализоваться на станции нейтрализации.

2.13.2.5. Растворы, подлежащие замене по мере их выработки, по возможности должны быть регенерированы или собраны в отдельном сборнике и дозированно поступать с одноименными стоками на станцию нейтрализации.

2.13.2.6. Технология должна предусматривать организацию оборотного водоснабжения и повторного использования воды после ее обезвреживания.

2.13.3. *Контроль выбросов загрязняющих веществ в природную среду*

2.13.3.1. Концентрацию вредных веществ, выносимых воздухом, измеряют индикаторными трубками по ГОСТ 12.1.014.

Карта 1

## ОБЕЗЖИРИВАНИЕ

Характер загрязнения	Материал	Состав раствора		Режим обработки		Дополнительные указания
		Наименование компонентов	Количество, г/дм <sup>3</sup>	Температура, °C	Время выдержки, мин	
Жировые загрязнения, образующиеся при механической обработке, хранении, транспортировании	Полистиролы, сополимеры АБС Полиамиды Полиформальдегид Поликарбонаты Фенольные смолы Полиолефины	Состав Тринатрийфосфат Сода кальцинированная техническая, марка Б Препарат ОС-20	15—25 15—25  5—10	50—60	5—15	Допускается применение других поверхностно-активных веществ, кроме биогигиески жестких. Обработку проводят в ваннах (при перемешивании раствора) или в моечных машинах различной конструкции

Карта 2

## ОБРАБОТКА В ОРГАНИЧЕСКИХ РАСТВОРИТЕЛЯХ

Материал	Состав смеси		Режим обработки		Дополнительные указания
	Наименование компонента	Количество, г/дм <sup>3</sup>	Температура, °С	Время выдержки, мин	
Полистиролы Полиамиды Полиформальдегид	Состав 1 Скипидар или хлорированные углеводороды, циклогексан, бензол, толуол, ксилол, тетрагидрофуран, уксусный спирт, <i>о</i> -дихлорбензол	10—15	15—60	0,5—2,0	
	Состав 2 Хлорированные углеводороды* или низшие спирты**, диметилформамид, 1,4-диоксан	100—900	20—50	1—10	Состав смеси выбирают в зависимости от вида и партии пластмасс. * Трихлорэтилен, тетрагидроэтилен. ** Спирт этиловый технический, спирт бутиловый нормальный технический, спирт изопропиловый
Поликарбонаты	Состав 3 Диметилформамид, см <sup>3</sup> Спирт изопропиловый, см <sup>3</sup>	930—970 50—60	18—20	1—3	Применяют как в смеси, так и раздельно
Фенольные смолы	Состав 4 Диметилформамид, или четыреххлористый углерод, спирт изопропиловый, см <sup>3</sup>	100—900	15—60	1—10	Состав смеси выбирают в зависимости от вида и партии пластмассы

## ТРАВЛЕНИЕ

Материал	Состав раствора		Режим обработки		Дополнительные указания
	Наименование компонента	Количество, г/дм <sup>3</sup>	Температура, °С	Время выдержки, мин	
Полистиролы, сополимеры АВС Полиформальдегид Полиамиды Поликарбонаты Фенольные смолы	Состав 1 Ангидрид хромовый технический	350—400	40—70	5—20	Для деталей из поликарбонатов применяют после обработки в растворе состава 6 или в органических растворителях (карта 2)
	Кислота серная техническая	250—400			
	Состав 2 Ангидрид хромовый технический	10—25	—	1—20	—
	Кислота серная техническая	700—800			
	Кислота ортофосфорная техническая	460—520			
Полиамиды	Состав 3 Ангидрид хромовый технический	5—10	15—25	0,5—3,0	Для деталей из полистирола УПМ применяют при сочетании с обработкой в органических растворителях
	Кислота серная техническая	14 Ж—1700			
	Состав 4 Калий марганцевокислый	50—60	50—60	5—10	—
Поликарбонаты	Кислота серная техническая	180—200			
	Кислота фтористоводородная	180—200	82—88	15—20	Применяют после обработки в растворах состава 6 или в органических растворителях (карта 2)
	Состав 5 Натр декий технический	260—300			

Продолжение

Материал	Состав раствора		Режим обработки		Дополнительные указания
	Наименование компонента	Концентрация, г/дм <sup>3</sup>	Температура, °C	Время выдержки, мин	
Поликарбонаты	Состав 6 Натр едкий технический Натрий азотистоокислый	100—120 15—20	80—90	5—10	—
	Состав 7 Ангидрид хромовый технический Кислота серная техническая	75—80 1450—1480	70—80	30—45	—
Полиолефины	Состав 8 Ангидрид хромовый технический Кислота серная техническая Кислота ортофосфорная термическая	90—100 630—730 500—520	70—80	30—45	—
	Состав 9 Ангидрид хромовый технический Кислота серная техническая Кислота соляная синтетическая техническая Палладий двухлористый	12—15 1330—1700 25—30 0,03—0,05	60—80	До полного восстановления Cr(VI)	Применяют во вращательных установках Раствор совмещенного травления и активации После обработки операцию нейтрализации не проводят Плотность загрузки 25—35 дм <sup>2</sup> /дм <sup>3</sup>

## Примечания:

1. Допускается заменять ангидрид хромовый технический на калий или натрий бихромат технический.
2. Допускается вводить препарат «Хромина» в количестве 0,5—3,0 г/дм<sup>3</sup> (кроме составов 4, 5, 6).
3. Обработку проводят при перемешивании раствора (барботаж воздухом).
4. Продолжительность обработки выбирают опытным путем в зависимости от режима переработки пластмасс.

Карта 4

## НЕЙТРАЛИЗАЦИЯ

Материал	Состав раствора		Режим обработки		Дополнительные указания
	Наименование компонента	Концентрация, г/дм <sup>3</sup>	Температура, °С	Время выдержки, мин	
Полистиролы, сополимеры АБС Полиформальдегид Поликарбонаты Фенольные смолы Полиолефины	Состав 1 Железо (II) сернокислое 7-водное Кислота серная	10—60 10—20	18—25	0,5—2,0 0,1—0,2 1—2 0,5—2,0 1—2	Применяют для обработки деталей после травления в хромовых смесях
	Состав 2 Пиросульфит натрия технический	10—20			
	Состав 3 Натрия бисульфит технический	48—50			
	Кислота серная	8—12			
	Состав 4 Натрий серноватистокислый	25—50			
	Состав 5 Кислота соляная техническая	150—500			
Полиамиды	Состав 6 Кислота щавелевая	20—25		1—2	—



Карта 5

## СЕНСИБИЛИЗАЦИЯ

Материал	Состав раствора		Режим обработки		Дополнительные указания
	Наименование компонента	Конц. ство, г/дм <sup>3</sup>	Темпе- ратура, °C	Время выдерж- ки, мин	
Полистиролы, со- полимеры АБС Полиамиды Полиформальде- гид Поликарбонаты Фенольные смолы Полиолефины	Состав Олово двухлористое 2-водное Кислота соляная Олово гранулированное	10—40 10—40 1—2	18—25	0,5—2,0	Обработку не проводят при акти- зации в составах карты 7 Допускается исключить гранулиро- ванное олово Обработку проводят при перемеши- вании раствора

Карта 6

## АКТИВАЦИЯ

Материал	Состав раствора		Режим обработки		Дополнительные указания
	Наименование компонента	Конц. ст-во, г/дм <sup>3</sup>	Темпе- ратура, °С	Время выдерж, мин	
Полистиролы, со- полимеры АБС Полиамиды Полиформальде- гид Поликарбонаты Фенольные смолы Полиолефины	Состав Палладий двухлористый Кислота соляная	0,2—2,0 3—20	18—25	0,5—3,0	Обработку не проводят при акти- зации в составах карты 7 Для армированных деталей не при- менять Допускается увеличивать время вы- держки

## СОВМЕЩЕННАЯ АКТИВАЦИЯ

Материал	Состав раствора		Режим обработки		Плотность загрузки, $\text{дм}^3/\text{дм}^3$	Дополнительные указания
	Наименование компонента	Количество, $\text{г}/\text{дм}^3$	Температура, $^{\circ}\text{C}$	Время выдержки, мин		
Полистиролы, сополимеры АВС Полиамиды Полиформальдегид Фенольные смолы Полиолефины	Состав 1 Палладий двуххлористый Олово двуххлористое 2-водное Кислота соляная Калий хлористый или натрий хлористый	0,05—1,2 2,0—5,0 130—180 110—200	18—25	1—5	2—3	Допускается исключать хлористый калий или хлористый натрий, при этом количество соляной кислоты 250—320 $\text{г}/\text{дм}^3$
	Состав 2 Палладий двуххлористый Олово двуххлористое 2-водное Кислота соляная Натрий хлористый или калий хлористый Натрий сернокислый кислый	0,2—0,4 10—25 15—30 200—220 50—70	30—50	4—5	2—5	—

## Примечания:

1. Обработку проводят при перемешивании раствора.
2. Перед обработкой проводят предактивацию в растворах такой же концентрации (без солей палладия и олова).
3. Допускается увеличить время выдержки до 10 мин.
4. Допускается применять концентрат активирования  $A=75-8$  в сочетании с концентратом для акселерации  $X=75-4$  с учетом требований потребителя и условий производства

## АКСЕЛЕРАЦИЯ

Материал	Состав раствора		Режим обработки		Дополнительные указания
	Наименование компонента	Количество, г/дм <sup>3</sup>	Температура, °С	Время выдержки, мин	
Полиэтиролы, со- полимеры АБС Полиамиды Полиформальде- гид Поликарбонаты Фенольные смолы Полиолефины	Состав 1 Аммоний или натрий фто- ристый кислый	110—130	30—50	1—2	—
	Состав 2 Кислота соляная	80—120	18—25	2—5	Не применяют для деталей из поли- олефинов
	Состав 3 Натрия гидроокись	20—40			Не применяют для деталей из фе- нольных смол
	Состав 4 Кислота борфтористоводо- родная	180—200	18—30	4—6	—
	Состав 5 Натрий фосфорноватистокис- лый	50—100	40—50	1—2	Применяют после обработки в сос- таве карты 6

Примечание. Применяют после обработки в растворах совмещенной активации (кроме состава 5).

## ХИМИЧЕСКОЕ НИКЕЛИРОВАНИЕ

Материал	Состав раствора		pH	Режим обработки			Дополнительные указания				
	Наименование компонента	Конц.-ство, г/дм <sup>3</sup>		Темпе-ратура, °C	Время выдерж-ки, мин	Плотность загрузки, дм <sup>3</sup> /дм <sup>3</sup>					
Полистиролы, со- полимеры АБС Полиамиды Полиформальде- гид Поликарбонаты Фенольные смолы Полиолефины	Состав 1		8,5—9,0	24—45	4—6	1—2	Количество фос- фора в покрытии 2—4 %				
	Никель двуххлорис- тый 6-водный или никель сернокислый	15—35									
	Натрий фосфорно- ватистокислый	20—45									
	Аммоний хлористый или	20—40									
	Аммоний сернокис- лый	25—45									
	Натрий азотисто- кислый	0,01—0,1									
	Аммиак водный	30—35									
	Состав 2							70—80	10—15	1,0—2,5	Количество фос- фора в покрытии 3—7 %
	Никель двуххлорис- тый 6-водный	20—30									
	Никель сернокис- лый	20—30									
Натрий фосфорно- ватистокислый	15—30										
	Натрий лимонно- кислый трехзаме- щенный	40—50									
	Аммоний хлористый	30—40									

Продолжение

Материал	Состав раствора		рН	Режим обработки			Дополнительные указания
	Наименование компонента	Количество, г/дм <sup>3</sup>		Температура, °С	Время выдержки, кч, мин	Плотность загрузки, дм <sup>3</sup> /дм <sup>3</sup>	
	Состав 3 Никель двуххлористый 6-водный Аммоний хлористый Аммиак водный Натрий азотистокислый	30—50 190—210 90—110 0,008—0,011	8,5—9,0	50—60	10—15	25—35	Применяют во врашательных установках. Обработку проводят после травления активации в составе 9 (карты 3) и акселерации в растворе натрия фосфорноватистокислого (30—50 г/дм <sup>3</sup> ) при температуре 80°С, в течение 2—5 мин без последующей промывки

Примечания:

1. Обработку проводят при перемешивании растворов. Не допускается перемешивать воздухом.
2. Последующее электрохимическое покрытие наносят по ГОСТ 9.305.

## ХИМИЧЕСКОЕ МЕДНИЕНИЕ

Материал	Состав раствора		рН	Режим обработки			Дополнительные указания
	Наименование компонента	Количество, г/дм <sup>3</sup>		Температура, °С	Время выдержки, мин	Плотность загрузки, дм <sup>2</sup> /дм <sup>3</sup>	
Полистиролы, сополимеры АБС Полиамиды Полиформальдегид Поликарбонаты Фенольные смолы Полиолефины	Состав 1		12,5—13,3	18—25	15—25	2,0—2,5	—
	Медь (II) сернокислая 5-водная	10—15					
	Калий-натрий виннокислый 4-водный	50—60					
	Натрия гидроокись	10—15					
	Натрий углекислый	4—6					
	Никель двуххлористый 6-водный	2—4					
	Ингибитор КИ-1 (0,5%-ный раствор)	3—5					
	Натрия N, N-диэтилдитиокарбамат (0,15%-ный раствор)	3—5					
	Формалин технический	20—30					
	Состав 2						
Медь (II) сернокислая 5-водная	10—20						
Трилон Б	30—35						
Натрия гидроокись	10—15						
Добавка Лимеда ПП-ХМ-ЗС	9,5						
	Добавка Лимеда ПП-ХМ-ЗСК (для корректирования)	—					
	Формалин технический	7,3—7,5					

Примечания.

1 Обработку проводят при периодической или непрерывной фильтрации и перемешивании раствора

2 Последующее электрохимическое покрытие наносят по ГОСТ 9305

## СУЛЬФИДИРОВАНИЕ

Материя	Состав раствора		Режим обработки		Дополнительные указания
	Наименование компонента	Количество, г/дм <sup>3</sup>	Температура, °С	Время выдержки, с	
Полиэтилены, сополимеры АБС	Состав 1 Медь (II) сернокислая 5-водная Аммиак водный Гидрохинон	50—120 50—140 1—2	15—25	30—40	<p>Обработку в растворах состава 1, 2 проводят последовательно 2—4 раза с промежуточными промывками при прокачивании деталей.</p> <p>Допускается заменить гидрохинон на сульфит натрия безводного в количестве 10—15 г/дм<sup>3</sup> или вместо восстановителей использовать медные листы или медные аноды (без фосфора, толщиной 2—6 мм)</p> <p>Последующее электрохимическое покрытие наносят по ГОСТ 9 305</p>
	Состав 2 Добавка Лимеда СПП-2	0,5—5,0		20—30	

2.13.3.2. Концентрацию вредных веществ, содержащихся в сточных водах, измеряют методами химического анализа.

2.13.3.3. Контроль параметров воздушной и водных сред должен осуществляться путем систематических лабораторных исследований проб воздуха и воды на промышленной площади и за ее пределами (в санитарно-защитной зоне).

### 3. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ

3.1. Контроль качества поверхности пластмассовой детали перед покрытием

3.1.1. Метод контроля загрязненности поверхности деталей перед травлением приведен в приложении 8.

3.1.2. Шорховатость поверхности после химического травления проверяют профилометрированием на профилографе-профилометре различной конструкции.

3.2. Контроль качества покрытия, нанесенного химическим способом (электропроводный подслоя)

3.2.1. Промежуточный контроль качества покрытия (электропроводного подслоя) проводят визуально.

3.2.2. Электросопротивление ( $\text{Ом/см}^2$ ) проверяют при помощи электроизмерительных комбинированных приборов любой конструкции. Измеряющие наконечники прилагают к покрытой поверхности, ограниченной квадратом.

3.3. Контроль качества покрытий, нанесенных электрохимическим способом

3.3.1. Контроль внешнего вида и толщины покрытий — по ГОСТ 9.302.

3.3.2. *Контроль прочности сцепления металлического покрытия с деталью*

3.3.2.1. Контроль прочности сцепления покрытия проводят на трех деталях или образцах, которые изготовляют из той же партии пластмасс, что и все детали. Покрытие на них наносят одновременно с партией деталей.

3.3.2.2. Контроль прочности сцепления проводят методами отслаивания или отрыва (приложение 9) и методом нанесения сетки царапин по ГОСТ 9.302.

3.3.3. Контроль стойкости покрытия к перепаду температур проводят в соответствии с приложением 10.

Термоцикл выбирают по согласованию с заказчиком.

После испытаний не допускаются трещины, вздутия, шелушение и отслаивание покрытия.

3.3.4. *Контроль коррозионной стойкости покрытия*

Контроль коррозионной стойкости покрытия проводят в составе изделия при проведении периодических испытаний.



Контроль коррозионной стойкости проводят методами ускоренных коррозионных испытаний по ГОСТ 9.308:

1) при повышенных значениях относительной влажности и температуры, воздействии сернистого газа и периодической конденсации влаги;

2) методом «Корродкот»;

3) при воздействии нейтрального соляного тумана.

Для контроля медно-никелево-хромовых и никелево-хромовых покрытий применяют испытания при воздействии кислого соляного тумана и хлорной меди.

После проведения испытаний на рабочей поверхности не должно быть видимых пятен зеленого или бурого цвета. Допустимо равномерное потускнение.

Оценка результатов испытаний — по ГОСТ 9.311.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Справочное

## ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАСТМАСС, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЯ

Таблица 3

Наименование материала	Обозначение	Обозначение НТД
1. Поликарбонаты	ПК-1 ПК-1 стабилизированная ПК-2 стабилизированная ПК-2 ПК-3	ТУ 6—05—1668
2 Пластики акрилонитрилбутадиенстирольные	АБС-2020—30; высший сорт АБС-0809, неокрашенный АБС-МО905Л, неокрашенный АБС-М1005Л, неокрашенный АБС-2020—С22 АБС-2020—С17	ТУ 6—05—1587 ТУ 6—05—05—221 ТУ 6—05—041—736
3 Полистирол ударопрочный	УПМ-0612Л УПМ-0703Л	ОСТ 6—05—406 ОСТ 6—05—406
4 Полиамиды Композиция на основе полиамида 610	ПА 610-Л-СВ30	ОСТ 6—05—408
5 Полиолефины Полипропилен	ПП 01С20 ПП 01010	ТУ 6—05—1105
6 Композиция на основе полиэтилена низкого давления	210—46	ГОСТ 16338
7 Полиформальдегид Сополимеры формальдегида с диоксоламом	СФД-А СФД-Б СФД-В СФД-Д	ТУ 6—05—1543
8 Композиция антифрикционная	СФД-ВМ-БС	ТУ 6—05—1932
9 Фенольные смолы Фенопласт	Э6-014-30	ГОСТ 5689

# ОСНОВНЫЕ СХЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Таблица 4

Материал	Наименование и последовательность выполнения операций													
	Промывка	в проточной воде	в непо- точной воде	Обезжиривание	Обработка в орга- нических раство- рах	Травление	Нейтрализация	Сенсибилизация	Активация	Совмещение или комбинированная ак- тивация (прямая ак- тивация)	Акселерация	Нанесение элек- тронного водного подслоя		Нанесение электро- химического покры- тия
												Химиче- ское по- крытие	Сульфиди- рование	
Полистиролы, сополи- меры АБС Полиамиды Полиформальдегид Поликарбонаты Фенольные смолы Полиолефины	2, 4, 7, 9, 14, 16 2, 5, 7, 10, 12, 15	6, 11, 13 4, 9, 14	1* 1*	3** —	5 3	8 6	10 —	12	—	8***	—	15** 11 13**	— —	17** 16**
Полистирол ударо- прочный, сополимеры АБС	2, 5, 7	4	— —	1** —	3 3	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	6	8

\* Обработку проводят при необходимости.

\*\* При необходимости допускается обработку проводить после травления.

\*\*\* Обработку проводят после предактивации.

\*\* Разрыв между операциями химического и электрохимического меднения не более 24 ч; между операциями химического и электрохимического никелирования до 0,5 ч.

\*\* Перед обработкой проводят активацию в разбавленных кислотах (серной или соляной) при температуре 15—20° в течение 10—30 с последующей промывкой). После активации на покрытие химического никеля наносят пластичный никель из электролита, содержащего 100—110 г/дм<sup>3</sup> 6-водного двухлористого никеля, 200—240 г/дм<sup>3</sup>

7-водного сернокислового никеля, 30—40 г/дм<sup>3</sup> борной кислоты, 0,8—1,2 г/дм<sup>3</sup> формалина, при температуре электролита 48—52°C, плотности тока 1,5—1,9 А/дм<sup>2</sup> в течение 3—5 мин.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Рекомендуемое

## ПРИГОТОВЛЕНИЕ И КОРРЕКТИРОВАНИЕ РАСТВОРОВ

Таблица 5

Наименование технологической операции, номер карты, состава	Приготовление и корректирование раствора
Обезжиривание, карта 1	<p>В ванне на <math>\frac{3}{4}</math> объема наполненной горячей водой, последовательно растворяют расчетное количество всех компонентов, доводят водой до заданного объема и перемешивают.</p> <p>Раствор корректируют по данным химического анализа на содержание кальцинированной соды тринатрийфосфата. При отсутствии пены на поверхности раствора периодически добавляют препарат ОС-20.</p>
Обработка в органических растворителях, карта 2	<p>При обезжиривании следят за рабочим уровнем раствора, при необходимости доливают горячую воду и удаляют с поверхности раствора через сливной патрубок в канализацию слой жиров и загрязнений.</p> <p>Раствор готовят, смешивая расчетное количество указанных компонентов, доводят водой до необходимого объема и перемешивают.</p> <p>При помутнении раствора и ослабевании его действия раствор заменяют новым</p>
Травление, карта 3 1, 3, 7	<p>Раствор готовят в смесителе, который на <math>\frac{1}{3}</math> объема заполняют водой, в которой при перемешивании растворяют расчетное количество хромового ангидрида или двуххромовокислого калия. Затем небольшими порциями осторожно прибавляют расчетное количество серной кислоты. Раствор тщательно перемешивают, при необходимости доводят водой до заданного объема и перекачивают в ванну травления.</p>
2, 8	<p>В охлажденный раствор хромового ангидрида и серной кислоты (приготовленный вышеописанным способом) при перемешивании небольшими порциями вводят расчетное количество ортофосфорной кислоты, раствор охлаждают, доводят водой до заданного объема и перемешивают.</p>
1—3, 7, 8	<p>Приготовленный раствор прорабатывают в течение 1 ч при температуре 50—60°C и загрузке заготовок из пластмасс площадью не менее 5 дм<sup>2</sup> на 1 дм<sup>3</sup> раствора.</p> <p>Растворы корректируют по данным химического анализа на содержание компонентов.</p>

Наименование технологической операции, номер карты, состава	Приготовление и корректирование раствора
4	<p>Корректируют растворы введением в них требуемого количества хромового ангидрида или бихромата, растворенного в минимальном количестве воды и серной (или серной и ортофосфорной) кислоты</p> <p>Раствор сохраняет работоспособность до накопления в нем 30 г/дм<sup>3</sup> ионов хрома Cr (III) или 3 г/дм<sup>3</sup> ионов меди, железа, никеля. После этого процесс травления значительно замедляется, раствор становится вязким, зеленым и его заменяют свежим</p> <p>В ванне, на <math>\frac{2}{3}</math> объема наполненной водой, растворяют расчетное количество марганцевокислого калия, затем при перемешивании вводят фтористоводородную кислоту, растворы охлаждают и медленно при перемешивании малыми порциями вводят расчетное количество серной кислоты. Раствор доводят водой до заданного объема и перемешивают.</p>
5, 6	<p>В ванне, на <math>\frac{2}{3}</math> объема наполненной водой, растворяют расчетное количество едкого натрия, раствор охлаждают и добавляют расчетное количество азотистокислого натрия (в случае его применения). Затем доводят водой до заданного объема и перемешивают.</p>
9	<p>Раствор корректируют по данным химического анализа на содержание едкого натра.</p> <p>Концентрированную серную кислоту (<math>\rho=1,84</math>) разбавляют до 78%-ной (1400 г/дм<sup>3</sup> или 750 мл/дм<sup>3</sup> концентрированной серной кислоты) (<math>\rho=1,7</math>), в которой растворяют расчетное количество хромового ангидрида или бихромата калия (или натрия) (хромовая смесь).</p> <p>30 дм<sup>3</sup> концентрированной соляной кислоты разводят водой до 1 дм<sup>3</sup> и в полученном растворе растворяют 10 г двухлористого палладия</p> <p>К 1 дм<sup>3</sup> ранее приготовленной хромовой смеси добавляют 5 см<sup>3</sup> солянокислого раствора двухлористого палладия или раствор хромовой смеси нагревают до 70°C, погружают детали и добавляют 5 см<sup>3</sup> солянокислого раствора двухлористого палладия.</p>
1, 2, 3 Нейтрализация, карта 4 1	<p>Раствор используют до полного израсходования компонентов, когда раствор становится зеленым</p> <p>При употреблении препарата «Хромина» расчетное его количество добавляют непосредственно в ванну</p> <p>В ванне, на <math>\frac{2}{3}</math> объема наполненной водой, подкисленной расчетным количеством серной кислоты, растворяют расчетное количество сернокислого железа (II). Раствор доводят водой до необходимого объема и перемешивают</p>
2, 4—6	<p>В ванне, наполненной на <math>\frac{1}{2}</math> объема водой, растворяют расчетное количество компонентов, затем доводят водой до заданного объема и перемешивают</p>

Наименование технологической операции, номер карты, состава	Приготовление и корректирование раствора
<p>3</p> <p>1, 2, 4, 5</p> <p>Сенсибилизация, карта 5</p>	<p>В ванне, наполненной на <math>\frac{1}{2}</math> объема водой, растворяют необходимое количество бисульфита натрия технического и подкисляют раствором серной кислоты (<math>10 \text{ г/дм}^3</math>) до <math>\text{pH} \approx 3</math>, затем доводят водой до заданного объема, перемешивают.</p> <p>Эксплуатируют эти растворы до накопления количества хрома (III) не более <math>3 \text{ г/дм}^3</math>. В случае приобретения зеленоватой окраски раствор заменяют свежим.</p>
<p>Активация, карта 6</p>	<p>В ванне, на <math>\frac{2}{3}</math> объема наполненной водой, растворяют расчетное количество соляной кислоты (не содержащей железа), затем вводят необходимое количество 2-водного двухлористого олова, раствор тщательно перемешивают, доводят водой до заданного объема и опять перемешивают. Раствор должен быть прозрачным.</p> <p>В приготовленный раствор вводят гранулированное олово в случае его применения.</p> <p>Корректирование раствора проводят по данным химического анализа на двухлористое олово и соляную кислоту.</p> <p>Раствор фильтруют для удаления с его поверхности порошкообразной пленки.</p> <p>Для быстрой качественной оценки пригодности раствора его пробу смешивают с равным объемом свежеприготовленного раствора активации. Если смесь окрашивается в красный или коричнево-красный цвет — раствор пригоден к работе, в противном случае его заменяют свежим.</p> <p>Вредной примесью в растворах являются ионы железа (III) и меди (II).</p>
<p>Совмещенная активация, карта 7</p> <p>1</p>	<p>В отдельную емкость с водой, нагретой до <math>50\text{—}60^\circ\text{C}</math>, вводят расчетные количества соляной кислоты, затем тщательно измельченного в фарфоровой ступке двухлористого палладия. Приготовленный раствор сливают в ванну, доводят водой до заданного объема и перемешивают.</p> <p>Корректирование раствора проводят по данным химического анализа на содержание двухлористого палладия и соляной кислоты.</p> <p>Качественную оценку раствора проводят при смешивании его пробы с равным объемом свежеприготовленного раствора сенсибилизации. Раствор активации пригоден к работе, если смесь окрашивается в красный или коричнево-красный цвет.</p> <p>Бурый осадок, выпадающий при попадании ионов олова в раствор активации, удаляют периодическим фильтрованием.</p> <p>Вредной примесью в растворе являются ионы железа (III), не более <math>1 \text{ мг/дм}^3</math>.</p> <p>Рабочий раствор готовят из двух предварительно приготовленных растворов: раствора 1 и раствора хлористого калия (или натрия) 2.</p>

Наименование технологической операции, номер карты, состава	Приготовление и корректирование раствора
	<p>Раствор 1 получают, смешивая два предварительно приготовленных раствора (А и Б).</p> <p>Раствор А: в термостойкой стеклянной посуде к 15 г палладия двухлористого добавляют 0,09 дм<sup>3</sup> соляной кислоты (36%) и нагревают до полного растворения соли. Затем раствор разбавляют водой до 0,25 дм<sup>3</sup> и охлаждают.</p> <p>Раствор Б: 660 г олова двухлористого 2-водного растворяют при нагревании в 0,27 дм<sup>3</sup> соляной кислоты (36%). После охлаждения раствор разбавляют водой до 0,75 дм<sup>3</sup>.</p> <p>Затем при перемешивании раствор Б вливают в раствор А, нагревают до температуры кипения и выдерживают при этой температуре 10—15 мин.</p> <p>В отдельной емкости в минимальном количестве воды растворяют 1,6 кг хлористого калия (или 1,2 кг хлористого натрия), добавляют 1,7 дм<sup>3</sup> соляной кислоты (36%) и разбавляют водой до 10 дм<sup>3</sup> (2). В полученный раствор 2 при перемешивании вливают 0,66 дм<sup>3</sup> раствора 1.</p> <p>Раствор корректируют по данным химического анализа на содержание двухлористого олова, двухлористого палладия, соляной кислоты и ионов хлорида. При уменьшении двухлористого олова до 10 г/дм<sup>3</sup> добавляют 38 см<sup>3</sup>/дм<sup>3</sup> раствора Б. Затем раствор нагревают до 60—70°C и выдерживают при этой температуре 10—20 мин.</p> <p>При уменьшении концентрации двухлористого палладия до 0,2 г/дм<sup>3</sup> добавляют 13 см<sup>3</sup>/дм<sup>3</sup> свежеприготовленного раствора А.</p> <p>При уменьшении концентрации соляной кислоты до 130 см<sup>3</sup>/дм<sup>3</sup> добавляют концентрированную соляную кислоту.</p> <p>В случае образования осадка или снижения активирующей способности раствора его корректируют по содержанию двухлористого олова, двухлористого палладия и соляной кислоты, но не фильтруют.</p> <p><b>Примечания:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Если необходимо готовить большой объем раствора, то удобно нагревать острым водяным паром. При этом необходимо учесть разбавление раствора из-за увеличения объема за счет конденсации пропускаемого через раствор пара.</li> <li>2. Раствор 1 рекомендуется готовить лишь в таком количестве, которое необходимо для приготовления рабочего раствора. Приготовленный раствор следует хранить в закрытом сосуде. При длительном хранении образовавшуюся взвесь растворяют при нагревании 10—15 мин до температуры не ниже 60°C.</li> <li>3. Приготовленный рабочий раствор активации хранят в закрытом сосуде</li> </ol>

Наименование  
технологиче-  
ской операции,  
номер карты,  
состава

Приготовление и корректирование раствора

2

Рабочий раствор готовят из двух предварительно приготовленных растворов, раствора 1 и раствора кислого сернокислого натрия и хлористого натрия (или калия) 2.

Раствор 1 получают смешивая два предварительно приготовленных раствора А и Б

Раствор А: в термостойкой стеклянной посуде к 7 г двуххлористого палладия добавляют 0,3 дм<sup>3</sup> концентрированной соляной кислоты, нагревают (под тягой) до полного растворения соли, добавляют 0,2 дм<sup>3</sup> воды и раствор охлаждают до 50°C.

Раствор Б: в термостойкой стеклянной посуде к 420 г 2-водного двуххлористого олова добавляют 0,2 дм<sup>3</sup> концентрированной соляной кислоты, нагревают (под тягой) до полного растворения соли, постепенно добавляя 0,15 дм<sup>3</sup> воды и охлаждают до 50°C.

Раствор А при перемешивании сливают с раствором Б (при температуре растворов 40—50°C). Затем раствор постепенно нагревают до 90—95°C (избегая при этом перепада температуры) и выдерживают при этой температуре 10—15 мин. Затем объем раствора доводят водой до 1 дм<sup>3</sup> и оставляют созревать на 10—20 ч.

Если раствор приготовлен правильно, то его капля на фильтровальной бумаге имеет черно-коричневый цвет, который не меняется со временем. Если цвет красно-коричневый, это означает, что раствор недостаточно выдержан при температуре 90—95°C.

Готовый раствор хранят в темной герметичной посуде, в защищенном от света месте.

Раствор 2 готовят, растворяя в воде расчетное количество кислого сернокислого натрия и хлористого натрия (или хлористого калия), добавляя расчетное количество соляной кислоты. Затем раствор доводят водой до необходимого объема и перемешивают.

Для приготовления 1 дм<sup>3</sup> рабочего раствора активации смешивают необходимое количество растворов.

Объем раствора, см <sup>3</sup> , в 1 дм <sup>3</sup>		Концентрация компонентов, г/дм <sup>3</sup>			Рабочая температура, °C
1	2	PdCl <sub>2</sub>	SnCl <sub>2</sub>	HCl	
30	970	0,20	13	15	48—52
40	960	0,30	17	20	38—42
50	950	0,35	21	25	28—32
60	940	0,40	25	30	28—32



Наименование технологической операции, номер карты, состава	Приготовление и корректирование раствора
<p>Акселерация карта 8 1—5</p> <p>Химическое никелирование, карта 9 1</p>	<p>Раствор совмещенной активации следует предохранять от контакта с воздухом. Раствор корректируют по данным химического анализа на содержание двуххлористого олова и двухлористого палладия. Когда содержание палладия уменьшается на 10—15%, а содержание олова (II) на 20—25%, добавляют соответственно раствор А или свежеприготовленный раствор Б.</p> <p>После накопления в растворе большого количества олова (IV), когда активирующая способность раствора не восстанавливается после его корректирования, его заменяют свежим. Отработанный раствор регенерируют.</p> <p>Допустимое количество олова (IV) 40—60 г/дм<sup>3</sup>.</p> <p>В ванне, на 1/4 объема наполненной водой, при перемешивании растворяют расчетное количество компонентов, указанных в рецептуре. Затем ванну доводят водой до заданного объема и перемешивают.</p> <p>Корректируют растворы по данным химического анализа. Допустимое количество двуххлористого олова 2—3 г/дм<sup>3</sup>.</p> <p>В отдельных емкостях с водой растворяют необходимое количество хлористого аммония (или сернокислого аммония), 6-водного двуххлористого никеля (или сернокислого никеля), фосфорноватистокислого натрия. Полученные растворы поочередно (в приведенной последовательности) фильтруют в ванну, доводят водой до 3/4 уровня ванны и перемешивают.</p> <p>Затем добавляют необходимое количество водного аммиака до pH 8,5—9,0, доводят водой до необходимого объема и перемешивают. В свежеприготовленный раствор стабилизатор (азотистокислый натрий) не добавляют.</p> <p>pH раствора корректируют с помощью раствора гидроокиси натрия концентрации 2 моль/дм<sup>3</sup> в водном аммиаке или аммиаком водным, или разбавленной соляной кислотой.</p> <p>Раствор корректируют по данным химического анализа на содержание ионов никеля, фосфорноватистокислого натрия, фосфита.</p> <p>Корректирование проводят отфильтрованными растворами хлористого никеля концентрации 2 моль/дм<sup>3</sup> и фосфорноватистокислого натрия концентрации 3 моль/дм<sup>3</sup> (вместе с ними добавляют растворенный азотистокислый натрий), когда содержание указанных компонентов уменьшается на 30% первоначального состава.</p> <p>При корректировании соль аммония не добавляют, а растворы вводят в ванну при перемешивании, при этом детали из ванны вынимают.</p>

Наименование технологической операции номер карты, состава	Приготовление и корректирование раствора
1	<p>При появлении в растворе химического никелирования газовыделения в отсутствие деталей или образования порошкообразного никеля на стенках ванны и в объеме раствора раствор перекачивают через пресс-фильтры в запасную ванну. Осажденный на стенках ванны никель стравливают азотной кислотой (1 л) и ванну промывают водой.</p>
2	<p>В отдельных емкостях в горячей воде растворяют расчетное количество 6-водного двуххлористого никеля (или сернохлористого никеля) и трехзамещенного лимоннокислого натрия. Полученные растворы фильтруют в ванну и вводят расчетное количество хлористого аммония и фосфорноватистокислого натрия (за 5—10 мин до загрузки ванны). Затем добавляют водный аммиак до <math>\text{pH}=8,5-9,0</math>. Раствор доводят водой до заданного объема и перемешивают.</p> <p><math>\text{pH}</math> раствора корректируют 10%-ным раствором гидроокиси натрия в водном аммиаке или лимонной кислотой.</p>
1, 2	<p>Раствор корректируют по данным химического анализа на содержание никеля, добавляя 10%-ный раствор хлористого никеля, и фосфорноватистокислого натрия, добавляя 30%-ный раствор фосфорноватистокислого натрия, когда содержание указанных компонентов уменьшается на 30% первоначального состава. Анализ проводят после нанесения покрытия площадью не более 600 <math>\text{дм}^2</math>.</p>
3	<p>Для предотвращения самопроизвольного разложения раствора химического никелирования удаляют из раствора механические примеси. Никель, выпавший на стенки сосуда, удаляют азотной кислотой (1 л).</p>
1, 2	<p>После накопления в растворе фосфитов в количестве 300—350 г/<math>\text{дм}^3</math> раствор подлежит замене.</p>
3	<p>В ванне, на <math>1/2</math> объема наполненной водой, растворяют расчетное количество 6-водного двуххлористого никеля и хлористого аммония. Затем добавляют расчетное количество водного аммиака (25%) и азотистокислого натрия. Раствор доводят водой до необходимого объема и перемешивают.</p> <p>Приготовленный раствор вливают в раствор акселерации (карта 9, состав 3, дополнительные указания) из расчета, чтобы соотношение растворов акселерации и химического никелирования равнялось 4:1. Раствор никелирования не нагревают, во время процесса никелирования допускается снижение температуры до 25°C. Процесс производят до полного осаждения никеля (раствор становится бесцветным), после чего раствор выливают.</p>

Наименование технологической операции, номер карты, состава	Приготовление и корректирование раствора										
<p>Химическое меднение, карта 10</p> <p>1</p>	<p>В двух отдельных емкостях в минимальном количестве воды растворяют расчетные количества 5-водной сернокислой меди, 6-водного двухлористого никеля (раствор 1); виннокислого калия-натрия, гидроокиси натрия, углекислого натрия (раствор 2).</p> <p>Затем при перемешивании первый раствор сливают во второй, доводят водой до заданного объема и опять перемешивают.</p> <p>Непосредственно перед меднением (за 5—10 мин) в рабочий раствор вводят расчетное количество стабилизатора — ингибитора КИ-1, 3-водного диэтилдитиокарбамата натрия и формалина.</p> <p>Корректирование раствора проводят по данным химического анализа на содержание меди сернокислой, гидроокиси натрия, углекислого натрия, виннокислого калия-натрия, соли никеля, формалина, которые добавляют в раствор в виде концентрированных растворов.</p> <p>При осаждении выпавших частиц меди ванну промывают азотной кислотой (1 : 1), затем водой.</p>										
<p>2</p>	<p>В отдельных емкостях в минимальном количестве воды готовят и фильтруют концентраты следующих компонентов:</p> <p>1) 5-водная сернокислая медь — 200 г/дм<sup>3</sup>;</p> <p>2) трилон Б-380 г/дм<sup>3</sup>, который растворяют в 0,2 дм<sup>3</sup> раствора гидроокиси натрия (80 г/дм<sup>3</sup>);</p> <p>3) формалин (35—40%);</p> <p>4) гидроокись натрия — 400 г/дм<sup>3</sup></p> <p>Для приготовления 1 дм<sup>3</sup> раствора меднения вливают 0,805 дм<sup>3</sup> воды и концентраты:</p> <table data-bbox="349 1234 1126 1374"> <tr> <td>1) меди сернокислой</td><td>0,075 дм<sup>3</sup>;</td></tr> <tr> <td>2) трилона Б</td><td>0,08 дм<sup>3</sup>;</td></tr> <tr> <td>3) формалина</td><td>0,015 дм<sup>3</sup>;</td></tr> <tr> <td>4) натрия гидроокиси</td><td>0,025 дм<sup>3</sup>;</td></tr> <tr> <td>5) добавки Лимеда ПП-ХМ-ЗС</td><td>0,05 дм<sup>3</sup></td></tr> </table> <p>После сливания всех растворов измеряют рН раствора и его корректируют 20%-ным раствором гидроокиси натрия или серной кислотой (1 : 2)</p> <p>Все растворы в момент смешивания должны быть холодными. Недопустим нагрев раствора выше 30°C.</p> <p>Точное количество вводимого раствора щелочей 4 устанавливают согласно показанию рН раствора или по результатам химического анализа свободной щелочи.</p>	1) меди сернокислой	0,075 дм <sup>3</sup> ;	2) трилона Б	0,08 дм <sup>3</sup> ;	3) формалина	0,015 дм <sup>3</sup> ;	4) натрия гидроокиси	0,025 дм <sup>3</sup> ;	5) добавки Лимеда ПП-ХМ-ЗС	0,05 дм <sup>3</sup>
1) меди сернокислой	0,075 дм <sup>3</sup> ;										
2) трилона Б	0,08 дм <sup>3</sup> ;										
3) формалина	0,015 дм <sup>3</sup> ;										
4) натрия гидроокиси	0,025 дм <sup>3</sup> ;										
5) добавки Лимеда ПП-ХМ-ЗС	0,05 дм <sup>3</sup>										

Наименование технологической операции, номер карты, состава	Приготовление и корректирование раствора
Сульфидирование, карта 11 1	<p>Раствор корректируют по данным химического анализа на содержание меди (II), формалина, гидроокиси натрия, трилона Б и добавки Лимеда ПП-ХМ-ЗСК при помощи концентратов отдельных компонентов 1—4</p> <p>Ориентировочно корректирование проводят по данным расходования меди (II). При уменьшении концентрации меди (II) на 10% в раствор следует ввести: 1 дм<sup>3</sup> концентрата (1), 0,5 дм<sup>3</sup> концентрата (2), 0,14 дм<sup>3</sup> концентрата 3 и 0,25 дм<sup>3</sup> концентрата (4), 0,005 дм<sup>3</sup> добавки Лимеда ХМ-3.</p> <p>Раствор меднения периодически отфильтровывают через фильтры, поглощающие частицы размером 10—100 мкм, а в конце рабочего дня перекачивают через фильтр в другую ванну. Фильтры промывают, оставляют чистыми</p> <p>В отдельной емкости приготавливают раствор 5-водной сернокислой меди (II) 120—130 г/дм<sup>3</sup>.</p> <p>В рабочую ванну при включенной вентиляции вливают концентрированный аммиак, а затем туда же добавляют около 1/2 объема приготовленного раствора меди. Дальнейшее введение раствора сернокислой меди осуществляют небольшими порциями при перемешивании, контролируя pH образующегося раствора. При pH 5,6—10,4 введение прекращают, объем доводят водой до необходимого и перемешивают. В приготовленный раствор вводят расчетное количество гидрохинона или опускают предварительно обезжиренные медные листы или медные аноды (без фосфора) в количестве 0,5—1 дм<sup>2</sup> площади поверхности на 1 дм<sup>3</sup> раствора. Раствор готов к работе через 2—3 ч</p> <p>pH раствора корректируют добавлением аммиака водного или раствора меди сернокислой.</p> <p>Раствор корректируют по данным химического анализа на содержание меди (I) и меди (II). При уменьшении концентрации меди (II) в пересчете на пятиводную сернокислую медь до 30 г/дм<sup>3</sup> раствор корректируют добавлением сначала аммиака, а затем раствора сернокислой меди pH 9,6—10,4. Концентрация меди (I) должна быть 0,5—1,5 г/дм<sup>3</sup>. При ее понижении площадь контактирующей с раствором металлической меди увеличивают, а при повышении — медные листы из раствора вынимают</p>

Наименование технологической операции, номер карты, состава	Приготовление и корректирование раствора
2	<p>В нерабочее время медные листы вынимают из раствора и промывают, а ванну закрывают крышкой. Образовавшийся на медных листах осадок нерастворимых солей удаляют в разбавленной азотной кислоте.</p> <p>В ванну, на <math>\frac{2}{3}</math> объема наполненную водой, при перемешивании вводят необходимое количество добавки Лимеда СПП-2, доводят водой до заданного объема и перемешивают.</p> <p>Раствор корректируют по исчезновении желтого оттенка раствора, добавляя 1—3 мл/дм<sup>3</sup> добавки Лимеда СПП-2. В нерабочее время раствор закрывают поплавковой крышкой.</p>

## ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Справочное

ОСНОВНЫЕ НЕПОЛАДКИ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ  
НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЯ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Т а б л и ц а 6

Наименование технологической операции, номер карты, состава	Вид неполадок	Возможная причина	Способ устранения
Обезжиривание, карта 1	Поверхность не смачивается	Недостаточное время обезжиривания Отклонения по составу раствора	Увеличить время обезжиривания Проверить и откорректировать состав раствора
Травление, карта 3, 1—3, 7, 8	После травления поверхность блестящая, не смачивается водой	Недостаточная продолжительность травления Занижена температура раствора Занижено содержание компонентов Накопление в растворе $\text{Cr(III)}$ более 30 г/дм <sup>3</sup> или тяжелых металлов более 3 г/дм <sup>3</sup> , продуктов окисления пластмассы Завышена температура раствора	Увеличить продолжительность травления Довести температуру до требуемой Откорректировать состав раствора Регенерировать или заменить раствор
1—5	Повышенная деформируемость поверхности Шероховатость поверхности ниже требуемой	Время выдержки недостаточно Отклонение по составу раствора Недостаточная загрузка Занижена температура Загрязнение поверхности детали Недостаточное перемешивание	Снизить температуру Увеличить время травления Откорректировать состав раствора Проверить плотность загрузки Повысить температуру Проверить чистоту поверхности Усилить перемешивание
Травление, карта 3, 9	Реакция восстановления хрома (VI) до хрома (III) в процессе травления-активации протекает не полностью После травления-активации поверхность гладкая	Низкая концентрация серной кислоты	Повысить концентрацию серной кислоты

Наименование технологической операции, номер карты, состава	Вид неполадок	Возможная причина	Способ устранения
Совмещенная активация, карта 7 1, 2	и не смачивается водой	Загрязнены промывные воды	Проверить чистоту промывных вод
	Наличие непокрытых мест на поверхности	Недостаточная активность поверхности Накопление большого количества олова (IV) в растворе активации	Откорректировать состав растворов активации Замена раствора активации
Химическое никелирование, карта 9 1	Неровная поверхность покрытия	Загрязнение растворов активации или акселерации	Отфильтровать или заменить растворы, усилить промывку
	Недостаточное сцепление покрытия с поверхностью	Отклонение по режиму активации или занижение содержания палладия в растворе	Уменьшить температуру активации или откорректировать содержание палладия
		Недостаточное травление поверхности	Проверить температуру и составы растворов подготовки поверхности
	Отсутствие покрытия	Отклонение по составу и режиму работы раствора травления Отклонения по составу и режиму работы растворов активации и акселерации Заниженное значение pH, температуры раствора химического никелирования. Завышено содержание стабилизатора	Откорректировать состав раствора травления и режим работы Откорректировать состав растворов. Прогреть раствор активации Откорректировать pH, повысить температуру раствора никелирования до 40°C, проработать раствор с хорошо активированной поверхностью
	Покрытие осаждается не на всей поверхности	Недостаточное обезжиривание Некачественное литье деталей	Откорректировать состав раствора обезжиривания, продлить время обезжиривания Дополнительно проверить качество сырья и режим литья деталей

Наименование технологической операции, номер карты, состава	Вид неполадок	Возможная причина	Способ устранения
	Покрытие осаждается не на всей поверхности	Недостаточное травление поверхности Попадание хрома Cr (VI) в раствор активации Отклонение по составу растворов активации и акселерации Отклонение по составу и режиму работы раствора химического никелирования	Проверить температуру раствора травления Улучшить промывку, проверить ванну нейтрализации и предактивации Откорректировать состав этих растворов
	Неоднородность цвета покрытия	Некачественное литье деталей Отклонение по режиму травления	Проверить температуру раствора. Откорректировать pH и концентрацию компонентов раствора. Проработать раствор в присутствии никелированных деталей Проверить режим литья деталей Откорректировать температуру раствора травления, улучшить перемешивание
	Слой никеля блестящий	Недостаточное время травления Понижена температура раствора травления	Увеличить время травления Повысить температуру травления
	Покрытие рыхлое	Повышена температура травления Отклонение по режиму активации Большая скорость химического никелирования	Проверить температуру и состав травления Проверить состав раствора, уменьшить время активации Проверить состав и pH раствора никелирования, понизить температуру
	Покрытие очень темное	Нестабильность раствора, нехватка гипофосфита	Проверить состав pH и температуру раствора



Наименование технологической операции, номер карты, состава	Вид неполадок	Возможная причина	Способ устранения
2	Пузыри на покрытии	Загрязненная поверхность деталей	Контролировать сырье, избегать загрязнения деталей жиром
		Некачественное литье деталей	Проверить качество сырья и режим литья деталей
	Мелкие пузыри около литника	Влажность сырья	Высушить сырье
	Мелкие пузыри около литника	Перетравление поверхности	Откорректировать время и температуру травления
	Неровная бугристая поверхность покрытия	Загрязнение растворов травления, активации и химического никелирования	Фильтровать или заменить растворы
		Некачественная промывка	Усилить промывку
	Недостаточное сцепление покрытия с поверхностью	Некачественное литье деталей	Проверить качество сырья и режим литья деталей
	Наличие непокрытых мест на поверхности	Несоблюдение режима травления	Проверить режим травления
		Недостаточная sensibilization и активация поверхности	Повторить sensibilization и активацию
		Отклонение по составу растворов sensibilization и активации	Откорректировать составы растворов
	Наличие непокрытых мест на поверхности	Образование газовых мешков	Произвести встряхивание деталей в ванне
		Неравномерное смачивание поверхности раствором	То же
	Самопроизвольное осаждение металлического покрытия на деталях и внутренней поверхности ванны	Плохая очистка ванны, наличие следов металлической меди или других очагов кристаллизации на дне и стенках ванны	Отфильтровать раствор, промыть ванну азотной кислотой (разбавленной 1:1) до удаления следов загрязнения, затем

Продолжение табл. 6

Наименование технологической операции, номер карты, состава	Вид неполадок	Возможная причина	Способ устранения
3	Отсутствие процесса восстановления	Низкий pH раствора	тщательно промыть водой, применяя щетку Проверить pH раствора и откорректировать
	Покрытие грубое, шероховатое, темное	Недостаток натрия фосфорноватистокислого в растворе Перетравлена поверхность Высокий pH раствора	Откорректировать его содержание Уменьшить время травления Откорректировать pH раствора
	Покрытие грубое шероховатое, темное	Повышенная концентрация стабилизатора в растворе	Добавить свежий раствор без стабилизатора
	Покрытие осаждается не на всей поверхности	Недостаточная активация	Увеличить время выдержки в растворе травления-активации, проверить, полностью ли протекала реакция восстановления хрома Cr (VI) до хрома Cr (III)
		Во время травления рано введен раствор палладия двухлористого	Раствор ввести во время травления
		Недостаточное перемешивание во время травления-активации	Усилить перемешивание
		Занижена температура раствора акселерации	Повысить температуру
		После акселерации добавлено слишком большое количество раствора химического никелирования	Раствор добавлять маленькими порциями
	Покрытие осаждается не на всей поверхности	Занижена температура раствора химического никелирования	Повысить температуру

Наименование технологической операции, номер карты, состава	Вид неполадок	Возможная причина	Способ устранения
Химическое меднение, карта 10 1	При загрузке деталей в раствор акселерации он мутнеет, бурно выделяется водород, никель выпадает в объеме раствора	Занижена концентрация фосфорноватистокислого натрия в растворе акселерации Завышена концентрация серной кислоты в растворе травления-активации	Откорректировать содержание фосфорноватистокислого натрия Откорректировать содержание серной кислоты
	Недостаточное сцепление покрытия с основой	Завышена температура раствора акселерации	Снизить температуру
		Завышена температура раствора химического никелирования	Снизить температуру
		Занижена температура раствора травления активации	Повысить температуру
	Недостаточное сцепление покрытия с основой	Занижена концентрация серной кислоты в растворе травления-активации	Откорректировать содержание серной кислоты
		Занижено содержание хрома (VI) в растворе травления-активации	Откорректировать содержание хрома
	Наличие непокрытых мест на деталях	Недостаточная sensibilization и активация Изменение состава растворов sensibilization и активации Загрязнена кислотной ванной промывки после sensibilization Образование газовых мешков	Повторить операции sensibilization и активации Откорректировать составы растворов Проверить значение pH промывной ванны; сменить воду Произвести встряхивание деталей в ванне

Наименование технологической операции, номер карты, состава	Вид неполадок	Возможная причина	Способ устранения
2	Меднение не происходит	Некачественная активация поверхности Низкое значение pH раствора Занижена концентрация формалина Повышенное содержание стабилизатора	Проверить годность раствора сенсibilизации Проверить значение pH и добавить щелочь Откорректировать содержание формалина Добавить свежий раствор меднения без стабилизатора
	Раствор меднения мутнеет и выделяются пузырьки газа	Раствор загрязнен палладием Завышено значение pH Плотность загрузки более 2,5 дм <sup>2</sup> /дм <sup>3</sup> Недостаточная промывка после активации	Сменить раствор Откорректировать значение pH Уменьшить плотность загрузки Улучшить промывку
	Покрытие темное и крупнокристаллическое Частичное непокрытие отверстий деталей	Плохое сверление отверстий и последующая обработка Некачественная предварительная обработка Слабая активация Уменьшение содержания основных компонентов раствора меднения более чем на 40%	Улучшить качество сверления и обработку Проверить и откорректировать растворы предварительной обработки или заменить свежим Откорректировать раствор активации Откорректировать раствор по меди (II), формалину и щелочи
	Плохое сцепление меди с медью, отслаивание после гальванической затяжки	Повышенное содержание соляной кислоты, палладия, олова (IV) в ванне активации или ее загрязнение	Провести анализ раствора в ванне активации и откорректировать его

Наименование технологической операции, номер карты, состава	Вид неполадок	Возможная причина	Способ устранения
Сульфидирование, карта 11 1, 2	Осаждение меди на подвесках, стенках и дне ванны	Плохая акселерация, загрязнен раствор Слишком продолжительная промывка после активации В растворе химического меднения нарушено соотношение концентраций меди (II) формалина и щелочи Уменьшена концентрация добавки Лимеда ХМ-3 Загрязнение раствора меднения палладием	Заменить свежим раствором акселерации Сократить время промывки до 60 с Отфильтровать раствор и перекачать в другую ванну. Провести анализ раствора по основным компонентам, откорректировать Откорректировать содержание добавки
	Отсутствие покрытия или недостаточная его электропроводность	Занижена концентрация меди (I) в растворе комплексных соединений меди Занижена эффективность раствора добавки Лимеда СПП-2 (раствор бесцветен либо бледно-желтый) Завышена концентрация добавки Лимеда СПП-2 в растворе (раствор ярко-желтый)	Увеличить поверхность металлической меди, контактирующей с раствором Ввести в раствор добавку Лимеда СПП-2 в количестве 0,5 г/дм <sup>3</sup> Разбавить раствор два-три раза водой
	Недостаточное сцепление покрытия с основой	Недостаточная концентрация эмульсии Недостаточное травление	Откорректировать эмульсию Откорректировать раствор травления

## ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Обязательное

## РЕГЕНЕРАЦИЯ ХРОМА И ПАЛЛАДИЯ ИЗ ОТРАБОТАННЫХ РАСТВОРОВ

Таблица 7

Наименование технологиче- ской операции, номер карты, состава	Проведение регенерации
Травление, карта 3 1—3, 7, 8	<p align="center"><b>Регенерация хрома</b></p> <p>Регенерацию раствора проводят электрохимическим способом. В ванну травления подвешивают свинцовые аноды или, если она футерована свинцом, ее корпус подключают к положительному полюсу источника постоянного тока. Катодом служат свинцовые пластины, поверхность которых должна быть приблизительно в 30 раз меньше поверхности анодов. Через раствор пропускают ток от источников напряжением 18 В. Плотность тока на катоде 60—65 А/дм<sup>2</sup>, на аноде 2,25 А/дм<sup>2</sup> при температуре 60—65°C. Регенерацию завершают при концентрации хрома (III) 3—5 г/дм<sup>3</sup>.</p>
Активация, карта 6	<p align="center"><b>Регенерация палладия</b></p> <p>Отработанный раствор активации сливают в одну емкость и корректируют до pH 2,0—2,5.</p> <p>В емкость с отработанным раствором заweighивают цинковые пластины на 20—30 ч. Затем проверяют полноту осаждения палладия. Осажденный на пластине и на дне емкости черный осадок сушат до полного высыхания.</p> <p>Высушенный порошок анализируют на содержание палладия.</p>
Совмещен- ная активация, карта 7 1, 2	<p>В раствор совмещенной активации добавляют концентрированную соляную кислоту (<math>\rho = 1,19</math>) так, чтобы ее концентрация была не ниже 17%, погружают цинковые стержни марки ЦО (или цинковые аноды марки ЦО) и держат их до полного обесцвечивания раствора (плотность загрузки 2—3 дм<sup>2</sup>/дм<sup>3</sup>). Осадок с цинковых анодов очищают в ванну, и раствор отделяют от осадка декантацией. Осадок заливают семикратным избытком концентрированной соляной кислоты, тщательно перемешивают и оставляют на 24 ч, периодически перемешивая. Затем раствор разбавляют водой 1:1 и осадок отфильтровывают через стеклянный фильтр или двойной бумажный фильтр. На фильтре осадок промывают соляной кислотой (1:1) до прекращения вскипания и до образования мелкодисперсного черного осадка, который растворяют в минимальном количестве</p>

Наименование технологиче- ской операции, номер карты, состава	Проведение регенерации
	ве соляной кислоты (1:1) и перекиси водорода в объемном соотношении 15:1, затем раствор нагревают до разложения перекиси водорода (т. е. до прекращения газовыделения). В полученном растворе определяют концентрацию хлористого палладия и соляной кислоты. Полученный раствор хлористого палладия пригоден для приготовления раствора совмещенной активации

## ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Обязательное

## ПЕРЕЧЕНЬ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ НАНЕСЕНИИ ПОКРЫТИЯ

Таблица 8

Поряд- ковый но- мер	Наименование	Обозначение НТД
1	Аммиак водный	ГОСТ 3760
2	Аммоний серноокислый	ГОСТ 3769
3	Аммоний фтористый кислый	ГОСТ 9546
4	Аммоний хлористый	ГОСТ 3773
5	Ангидрид хромовый технический	ГОСТ 2548
6	Аноды медные	ГОСТ 767
7	Аноды цинковые Ц0, Ц1, Ц2	ГОСТ 1180
8	Бензол	ГОСТ 5956
9	Гидрохинон	ГОСТ 19627
10	Диметилформамид	ГОСТ 20289
11	1,4-Диоксан	ГОСТ 10455
12	о-Дихлорбензол	ТУ 6—09—11—1104
13	Добавка Лимеда СПП-2	РСТ Лит. ССР 1053
14	Добавка Лимеда ПП-ХМ-ЭС	ТУ 88 Лит. ССР 74
15	Добавка Лимеда ПП-ХМ-ЭСК	ТУ 88 Лит. ССР 74
16	Железо (II) сернокислое 7-водное	ГОСТ 4148
17	Ингибитор КИ-1	ТУ 6—01—873
18	Калия бихромат технический	ГОСТ 2652
19	Калий марганцовокислый	ГОСТ 20490
20	Калий-натрий виннокислый 4-водный	ГОСТ 5845
21	Калий хлористый	ГОСТ 4234
22	Кислота борфтористоводородная	ТУ 6—09—2577
23	Кислота ортофосфорная термическая	ГОСТ 10676
24	Кислота ортофосфорная	ГОСТ 6552
25	Кислота серная	ГОСТ 4204
26	Кислота серная техническая	ГОСТ 2184
27	Кислота соляная	ГОСТ 3118
28	Кислота соляная синтетическая техническая	ГОСТ 857
29	Кислота фтористоводородная	ГОСТ 10484
30	Кислота щавелевая	ГОСТ 22180
31	Концентрат активирования А-75—8	Импорт БНР
32	Концентрат акселерации Х-75—4	Импорт БНР
33	Ксилол	ГОСТ 9949
34	Медь (II) сернокислая 5-водная	ГОСТ 4165
35	Натр едкий технический	ГОСТ 2263
36	Натрий азотистокислый	ГОСТ 4197
37	Натрий лимоннокислый трехзамещенный	ГОСТ 22280
38	Натрий сернистокислый	ГОСТ 27068
39	Натрий сернокислый кислый	ТУ 6—09—3676
40	Натрий углекислый	ГОСТ 83
41	Натрий фосфорноватистокислый	ГОСТ 200



Поряд- ковый но- мер	Наименование	Обозначение НТД
42	Натрий фтористый кислый	ТУ 6—09—5290
43	Натрий хлористый	ГОСТ 4233
44	Натрия бисульфит технический (водный раствор)	ГОСТ 902
45	Натрия бихромат технический	ГОСТ 2651
46	Натрия гидроокись	ГОСТ 4328
47	Натрия <i>N, N</i> -диэтилдитиокарбамат 3-водный	ГОСТ 8364
48	Никель двухлористый 6-водный	ГОСТ 4038
49	Никель сернокислый	ГОСТ 4465
50	Олово гранулированное	ТУ 6—09—2704
51	Олово двухлористое 2-водное	ТУ 6—09—5384
52	Олово двухлористое 2-водное очищенное	ТИ 6—09—5393
53	Олово четырехлористое 5-водное	ТУ 6—09—3084
54	Палладий двухлористый	ТУ 6—09—2025
55	Препарат ОС-20. Вещества текстильно-вспо- могательные	ГОСТ 10730
56	Препарат «Хромин»	ОСТ 6—02—28
57	Пиросульфит натрия технический	ГОСТ 22683
58	Свинец	ГОСТ 3878
59	Скипидар живичный	ГОСТ 1571
60	Сода кальцинированная техническая, мар- ка Б	ГОСТ 5100
61	Спирт бутиловый нормальный технический	ГОСТ 5208
62	Спирт изопропиловый	ГОСТ 9805
63	Спирт этиловый технический	ГОСТ 5208
64	Тетрагидрофуруриловый спирт	ГОСТ 17477
65	Тетрахлорэтилен	ТУ 6—09—4084
66	Толуол	ГОСТ 5789
67	Трилон Б (соль динатриевая этилендиа- мин— <i>N, N, N', N'</i> -тетрауксусной кислоты 2-водная)	ГОСТ 10652
68	Тринатрийфосфат	ГОСТ 201
69	Трихлорэтилен	ГОСТ 9976
70	Углерод четырехлористый	ГОСТ 20288
71	Формалин технический	ГОСТ 1625
72	Циклогексан технический	ГОСТ 14198

## ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Справочное

## ТЕРМИНЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В СТАНДАРТЕ, И ПОЯСНЕНИЯ К НИМ

Таблица 9

Термин	Пояснение
1. Травление	Обработка поверхности пластмассы, приводящая к изменениям структуры и физико-химических свойств, определяющих прочность сцепления металла с пластмассой
2. Сенсибилизация	Вспомогательная операция при активации поверхности пластмассы, состоящая из обработки поверхности раствором восстановителя
3. Активация	Обработка поверхности пластмассы для придания поверхности свойств, необходимых для инициирования реакции химического осаждения металла, чаще всего металла-катализатора
4. Преактивация	Обработка поверхности пластмассы при совмещенной активации, предотвращающая порчу раствора активации вносом промывных вод
5. Совмещенная активация	Обработка поверхности пластмассы в коллоидных растворах, приготовленных из солей металла-катализатора и восстановителя
6. Акселерация	Дополнительная обработка поверхности пластмассы после активации для усиления каталитической активности поверхности

**МЕТОД КОНТРОЛЯ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ПЛАСТИКОВ АБС  
И ПОЛИОЛЕФИНОВ ПЕРЕД ТРАВЛЕНИЕМ**

1. Метод основан на появлении на очищенной поверхности коричневого слоя двуокиси марганца при нанесении испытательного раствора на поверхности образца (детали).

2. Контроль загрязненности поверхности проводят в растворе серной кислоты концентрацией 0,35 моль/дм<sup>3</sup>, содержащем 30 г/дм<sup>3</sup> марганцевокислого калия.

Испытательный раствор готовят непосредственно перед обработкой. Необходимое количество марганцевокислого калия заливают небольшой частью заранее приготовленного раствора серной кислоты концентрацией 0,35 моль/дм<sup>3</sup> и растворяют при перемешивании и подогреве до 50°C. После полного растворения добавляют остальное количество раствора серной кислоты и нагревают до рабочей температуры.

3. Деталь погружают в испытательный раствор с температурой  $(70 \pm 2)^\circ\text{C}$  для АБС и  $(80 \pm 2)^\circ\text{C}$  — для полиолефинов. Плотность загрузки 10—20 дм<sup>2</sup>/дм<sup>3</sup>. По истечении 10 мин деталь извлекают, промывают водой, просушивают фильтровальной бумагой и высушивают на воздухе.

4. Деталь осматривают невооруженным глазом.

Загрязненные места поверхности или совсем не покрыты двуокисью марганца или имеют другой оттенок коричневого цвета.

5. Удаление слоя двуокиси марганца: деталь погружают в 1%-ный раствор щавелевой кислоты и выдерживают до полного растворения двуокиси марганца. Затем деталь тщательно промывают водой для удаления щавелевой кислоты, просушивают фильтровальной бумагой и высушивают на воздухе.

Такие детали можно подвергать травлению и нанесению химических покрытий.

## МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ПРОЧНОСТИ СЦЕПЛЕНИЯ

### 1. Метод отрыва

Испытания на отрыв проводят на полимерных образцах цилиндрической формы (диаметра 10 мм, длина 40—50 мм), изготовленных методом прямого прессования или литья. Для этого наносят металлическое покрытие только на основание полимерного образца, толщина покрытия от 25 до 30 мкм. На металлическое покрытие приклеивается металлический стержень цилиндрической формы диаметром до 10 мм. Используют клеи холодного отверждения на эпоксидной основе или цианакрилатные клеи.

При склеивании соблюдать соосность поверхностей цилиндров, а избыток клея, вытекающий при совмещении, следует удалить.

Острым ланцетом разрезают слой металлического покрытия вокруг приклеенного контакта.

Усилие отрыва определяется на разрывной машине типа РМИ-250 и должно быть направлено по оси контакта строго перпендикулярно к поверхности образца. Скорость перемещения подвижного зажима машины должна быть  $(50 \pm 2)$  мм/мин.

Допускается применять другие типы машин, обеспечивающие постоянное увеличение нагрузки.

Прочность сцепления при отрыве ( $\sigma_n$ ) в мегапаскалях вычисляют по формуле

$$\sigma_n = \frac{P}{S},$$

где  $P$  — усилие отрыва, кН;  
 $S$  — площадь отрыва, м<sup>2</sup>.

### 2. Метод отслаивания

Прочность сцепления металлического покрытия с полимерами определяют по степени отслаивания полоски покрытия. Испытания проводят на образцах или непосредственно на деталях.

На поверхность образца наносят подслои химической меди, после чего электрохимически наращивают медное покрытие толщиной до 50—60 мкм из сернокислого электролита. Затем на образце с помощью трафарета надрезают полоску металлического покрытия шириной 3,10 или 25 мм, длиной не менее 35 мм. Полоску отслаивают со скоростью  $(50 \pm 2)$  мм/мин при условии действия отслаивающей силы под углом  $(90 \pm 5)^\circ$  к плоскости основания на разрывной машине.

Прочность сцепления при отслаивании ( $\sigma_t$ ) в Кн/м рассчитывают по формуле

$$\sigma_t = \frac{P}{b},$$

где  $P$  — среднее усилие отслаивания, кН;  
 $b$  — ширина плоскости, м.

### 3. Метод треугольного надреза

Основным требованием к опытным образцам и изделиям испытываемой продукции является наличие плоской поверхности размерами не менее 30×30 мм.

Допускается легкая волнистость поверхности, не превышающая в пределах испытываемой поверхности 1 мм. При отсутствии на испытываемых изделиях поверхности, соответствующей выше упомянутым требованиям, изготавливают специальные образцы в виде пластинок. Толщина образца не менее 2 мм. Толщина покрытия 40—60 мкм.

На образец скальпелем, отрезным кругом или ножовочным полотном наносят треугольный надрез глубиной до подложки в виде равностороннего треугольника с углом при вершине 60°. Такая форма надреза позволяет на площади одного надреза провести три тождественных измерения.

Испытания проводят при температуре от 10 до 35°C и относительной влажности воздуха  $(75 \pm 5)^\circ$ .

Образец крепят на нижней части предметного столика.

К вершине отслоенной части треугольника надреза крепят зажим. На нижней части зажима подвешивают небольшую пружину для демпфирования начального момента приложения нагрузки.

Подвешиванием разновесов по одному устанавливают приблизительную нагрузку, необходимую для продолжения отслаивания, начиная от границы предварительного отслоения.

После определения предварительной нагрузки разновес снимают и подвешивают другой разновес, вес которого соответствует (приблизительно) двойному весу предварительной нагрузки.

В зависимости от природы пластмассы отслаивание длится от 15 до 30 с. После прекращения отслаивания рекомендуют оставить образец в напряженном состоянии 1—2 мин.

После выдержки образца в напряженном состоянии груз снимают и ширину отслоенной части надреза измеряют с точностью 0,1 мм. Измерение проводят по линии контакта отслоенной части надреза с основой.

Прочность сцепления покрытия с основой ( $\sigma_{\Delta}$ ) в кН/м вычисляют по формуле

$$\sigma_{\Delta} = \frac{P}{b},$$

где  $b$  — ширина отслоенной части надреза по линии контакта покрытия с основой, м;

$P$  — нагрузка, кН.

**МЕТОД КОНТРОЛЯ СТОЙКОСТИ К ПЕРЕПАДУ ТЕМПЕРАТУРЫ**

Изделия с электрохимическим покрытием спустя 24 ч после нанесения покрытия подвергают одному из циклов условий испытаний (А, Б или С). Каждый термоцикл повторяют четыре раза.

**Термоцикл А**

1 ч — при температуре  $(70 \pm 5)^\circ\text{C}$ ;

1 ч (минимум) — при температуре  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ .

**Термоцикл Б**

1 ч — при температуре минус  $20^\circ\text{C}$ ;

1 ч (минимум) — при температуре  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ ;

1 ч — при температуре  $(70 \pm 5)^\circ\text{C}$ ;

1 ч (минимум) — при температуре  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ .

**Термоцикл С**

1 ч — при температуре минус  $40^\circ\text{C}$ ;

1 ч (минимум) — при температуре  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ ;

1 ч — при температуре  $(70 \pm 5)^\circ\text{C}$ ;

1 ч (минимум) — при температуре  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ .

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

## 1. РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН Академией наук Литовской ССР

## ИСПОЛНИТЕЛИ

Э. Б. Давидавичюс, канд. хим. наук (руководитель темы); Г. С. Шимкевичюте, канд. хим. наук; Э. Б. Рамошкене, канд. хим. наук; Г. П. Шайллене, канд. хим. наук; Б. А. Арлаускене, канд. хим. наук; Д. Г. Коваленко; В. К. Якушева; А. И. Волков, канд. техн. наук; Н. А. Озерова; А. К. Травникова; Г. И. Розовский, д-р хим. наук; М. И. Шалкаускас, канд. хим. наук, В. И. Золотова, канд. хим. наук

## 2. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 26.04.89 № 1117

3. Срок проверки — 1994 г.  
Периодичность проверки — 5 лет

## 4. Стандарт соответствует международному стандарту ИСО 4525—85

## 5. ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

## 6. ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

Обозначение НТД, на который дана ссылка	Номер пункта, подпункта, таблицы приложения
ГОСТ 9.301—86	17.1
ГОСТ 9.302—88	3.3.1, 3.3.2.2,
ГОСТ 9.303—84	16
ГОСТ 9.305—84	2.2, карты 9, 10, 11
ГОСТ 9.306—85	Табл. 1
ГОСТ 9.308—85	3.3.4
ГОСТ 9.311—87	3.3.4
ГОСТ 12.1.004—85	2.12.5
ГОСТ 12.1.005—88	2.12.7, 2.12.8; табл. 2
ГОСТ 12.1.007—76	2.12.8
ГОСТ 12.1.010—76	2.12.5
ГОСТ 12.1.014—84	2.13.3.1
ГОСТ 12.1.016—79	2.12.8
ГОСТ 12.1.019—79	2.12.4, 2.12.8
ГОСТ 12.1.030—81	2.12.4
ГОСТ 12.2.003—74	2.12.4, 12.2.5
ГОСТ 12.2.007.0—75	2.12.4
ГОСТ 12.2.007.7—83	2.12.4
ГОСТ 12.3.008—75	2.12.1
ГОСТ 12.3.019—80	2.12.4
ГОСТ 12.4.009—83	2.15.5
ГОСТ 12.4.013—85	2.12.7
ГОСТ 12.4.021—75	2.15.5

Обозначение НТД, на который дана ссылка	Номер пункта, подпункта, таблицы, приложения
ГОСТ 12 4 026—76	2 12 4
ГОСТ 12 4 131—83	2 12 7
ГОСТ 12 4 132—83	2 12 7
ГОСТ 17 2 3 02—78	2 13 1 2
ГОСТ 83—79	Приложение 6
ГОСТ 200—76	»
ГОСТ 201—76	»
ГОСТ 767—70	»
ГОСТ 857—88	»
ГОСТ 902—76	»
ГОСТ 1180—71	»
ГОСТ 1571—82	»
ГОСТ 1625—75	»
ГОСТ 2184—77	»
ГОСТ 2263—79	»
ГОСТ 2548—77	»
ГОСТ 2651—78	Приложение 6
ГОСТ 2652—78	»
ГОСТ 2789—73	1 4
ГОСТ 3118—77	Приложение 6
ГОСТ 3760—79	»
ГОСТ 3769—78	»
ГОСТ 3773—72	»
ГОСТ 3778—77	»
ГОСТ 4038—79	»
ГОСТ 4148—78	»
ГОСТ 4165—78	»
ГОСТ 4197—74	»
ГОСТ 4204—77	»
ГОСТ 4233—77	»
ГОСТ 4234—77	»
ГОСТ 4328—77	»
ГОСТ 4455—74	»
ГОСТ 5100—85	»
ГОСТ 5208—81	»
ГОСТ 5689—79	Таблица 3
ГОСТ 5789—78	Приложение 6
ГОСТ 5845—79	»
ГОСТ 5955—75	»
ГОСТ 6552—80	»
ГОСТ 8864—71	»
ГОСТ 9546—75	»
ГОСТ 9805—84	»
ГОСТ 9949—76	»
ГОСТ 9976—83	»
ГОСТ 10455—80	»
ГОСТ 10484—78	Приложение 6
ГОСТ 10652—73	»
ГОСТ 10678—76	»



Обозначение НТД, на который дана ссылка	Номер пункта, подпункта, таблицы, приложения
ГОСТ 10730—82	»
ГОСТ 11683—76	»
ГОСТ 14198—78	»
ГОСТ 15150—69	Таблица 1
ГОСТ 15338—85	Таблица 3
ГОСТ 17477—86	Приложение 6
ГОСТ 19627—74	»
ГОСТ 20010—74	2.12.7
ГОСТ 20288—74	Приложение 6
ГОСТ 20289—74	»
ГОСТ 20490—75	»
ГОСТ 21133—86	2.12.4
ГОСТ 21657—83	2.12.4
ГОСТ 22180—76	Приложение 6
ГОСТ 22280—76	»
ГОСТ 27068—86	»

Редактор *Р. С. Федорова*  
Технический редактор *Э. В. Митяй*  
Корректор *Г. И. Чуйко*

Сдано в наб. 26.05.89 Подп. в печ. 26.07.89 3,5 усл. п. л. 3,625 усл. кр.-отт. 3,80 уч.-изд. л.  
Тир. 23 000 Цена 20 к.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123557, Москва, ГСП,  
Новопресненский пер., д. 3.  
Вильнюсская типография Издательства стандартов, ул. Даряус и Гирено, 39. Зак. 1361.

Величина	Единица		
	Наименование	Обозначение	
		международное	русское

## ОСНОВНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ

Длина	метр	m	м
Масса	килограмм	kg	кг
Время	секунда	s	с
Сила электрического тока	ампер	A	А
Термодинамическая температура	кельвин	K	К
Количество вещества	моль	mol	моль
Сила света	кандела	cd	кд

## ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ

Плоский угол	радиан	rad	рад
Телесный угол	стерадиан	sr	ср

## ПРОИЗВОДНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ, ИМЕЮЩИЕ СПЕЦИАЛЬНЫЕ НАИМЕНОВАНИЯ

Величина	Единица			Выражение через основные и дополнительные единицы СИ
	Наименование	Обозначение		
		международное	русское	
Частота	герц	Hz	Гц	$\text{с}^{-1}$
Сила	ньютон	N	Н	$\text{м} \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-2}$
Давление	паскаль	Pa	Па	$\text{м}^{-1} \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-2}$
Энергия	джоуль	J	Дж	$\text{м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-2}$
Мощность	ватт	W	Вт	$\text{м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-3}$
Количество электричества	кулон	C	Кл	$\text{с} \cdot \text{А}$
Электрическое напряжение	вольт	V	В	$\text{м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-3} \cdot \text{А}^{-1}$
Электрическая емкость	фарад	F	Ф	$\text{м}^{-2} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^4 \cdot \text{А}^2$
Электрическое сопротивление	ом	$\Omega$	Ом	$\text{м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-3} \cdot \text{А}^{-2}$
Электрическая проводимость	сименс	S	См	$\text{м}^{-2} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^3 \cdot \text{А}^2$
Поток магнитной индукции	вебер	Wb	Вб	$\text{м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{А}^{-1}$
Магнитная индукция	тесла	T	Тл	$\text{кг} \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{А}^{-1}$
Индуктивность	генри	H	Гн	$\text{м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{А}^{-2}$
Световой поток	люмен	lm	лм	$\text{кд} \cdot \text{ср}$
Освещенность	люкс	lx	лк	$\text{м}^{-2} \cdot \text{кд} \cdot \text{ср}$
Активность радионуклида	беккерель	Bq	Бк	$\text{с}^{-1}$
Поглощенная доза ионизирующего излучения	грэй	Gy	Гр	$\text{м}^2 \cdot \text{с}^{-2}$
Эквивалентная доза излучения	зиверт	Sv	Зв	$\text{м}^2 \cdot \text{с}^{-2}$